

Multichannel droplet generator

Patent Number: ☐ EP1036594, A3
 Publication date: 2000-09-20
 Inventor(s): MOORE THOMAS (UE); POBERING SEBASTIAN (UL)

Applicant(s): JENOPTIK JENA GMBH (DE)

Requested Patent: ☒ DE19911456

Application Number: EP20000104462 20000307
 Priority Number(s): DE19991011456 19990308
 IPC Classification: B01L3/02

EC Classification: B01L3/02D

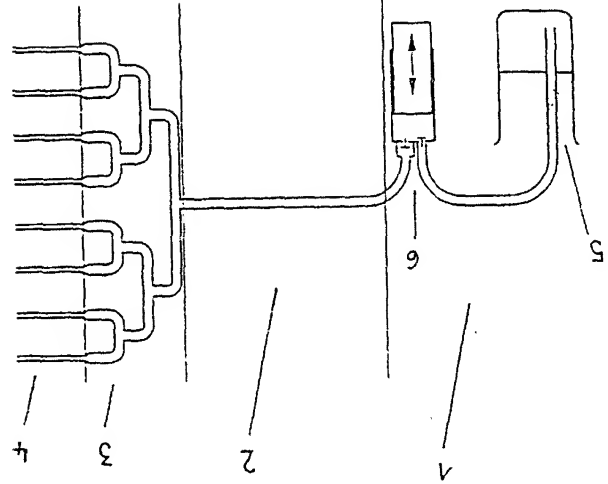
Equivalents: ☐ JP2000258438

Cited Documents: US5334352; EP0180591; US5441204; US4730197; US4314259; US3508878

Abstract

Tubular shaped outlets (4) are present on the outlets (13), whose cross-section is smaller than the cross-section of the channels in the distributor (3) and whose length and cross-section are coordinated with the elasticity length and cross-section elastic connection (2) and conveying speed of the dosing arrangement (1). The multichannel-drop generator has a dynamic behavior which leads to a contact-free liquid removal and a subsequent complete emptying of the outlet (4). Multichannel-drop generator has a dosing arrangement (1), distributor (3) having an inlet (12) and several outlets (13), and an elastic connector (2) that connects the dosing arrangement (1) with the inlet (12). The inlet (12) is connected to the outlets (13) via a planar channel system made up of cascading T-pieces, which leads to a homogeneous pressure distribution.

Data supplied from the esp@cenet database - 12



gleich großer Flüssigkeitsvolumina im Bereich von 0,5-1 µl mit einer Dosiereinrichtung 1, einer elastischen Verbindung 2, einem Verteiler 3 und mehreren Auslässen 4, über welche die Flüssigkeitsvolumina kontaktfrei abgegeben werden und die nach Abgabe vollständig entleert werden, wodurch reproduzierbar stets die gleichen Volumina abgegeben werden.

(57) Mehrkanal-Tropfengenerator zur Abgabe mehrerer
(54) Mehrkanal-Tropfengenerator
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(71) Anmelder:
JENOPTIK AG, 07743 Jena, DE

(72) Erfinder:
Moore, Thomas, 07751 Drackendorf, DE; Pobering, Sebastian, 07745 Jena, DE

DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

(12) Offenlegungsschrift
DE 199 11 456 A 1

(31) Int. Cl.⁷
B 01 L 3/02
G 01 N 1/28

(21) Aktenzeichen: 199 11 456.0
(22) Anmeldetag: 8. 3. 1999
(43) Offenlegungstag: 14. 9. 2000



Mehrkanal-Tropfengeneratoren oder auch Dispersier-
richtungen, wie sie häufig im Stand der Technik genannt
werden, dienen insbesondere dem Befüllen von Kavitäten
von Mikroinjektionsplaten mit Flüssigkeit.
Sie bestehen in der Regel aus einer Pumpe und einem mit
dieser über eine Leitung verbundenen Verteiler. Die aus dem
Stand der Technik bekannten Lösungen verfolgen das Ziel,
mit möglichst geringen Volumenunterschieden den Kavitäten zu
befüllen, das heißt, daß an allen Ausgängen des Verteilers zu
jeder Zeit das gleiche Volumen abgegeben wird.
Um diese Aufgabe zu lösen, wurden insbesondere unter-
schiedliche konstruktive Lösungen für den Verteiler entwik-
kelt. Häufig ist der Verteiler als Röhrenverteiler aufgebaut.
Dieser verbietet jedoch aufgrund seines Funktionsprinzips
eine exakt gleichmäßige Verteilung.
Ausgänge, deren Entfernung zum Eingang des Verteilers
kürzer ist als weiter entfernte Ausgänge werden bevorzugt
durchströmt. Im Patent US 5,334,352 ist eine Variante eines
solchen Verteilers beschrieben. Dort wird mit Hilfe von Ein-
bauelementen und gezielten Querschnittsverengungen versucht,
dieses Verhalten zu verbessern. Anordnungen dieser Art
sind jedoch auf die Eigenschaften der zu verleitenden Flüssig-
keiten abgestimmt und sind für andere Flüssigkeiten nur bedingt
einsetzbar. Die Abgabe kleiner Tropfen < 10 µl ist mit die-
ser Anordnung nur möglich, indem die abzugebende Flüssig-
keit in Kontakt mit einer anderen Oberfläche kommt, an-
sonsten löst sich der Tropfen aufgrund der Oberflächenspannkraft nicht vom Ausgang ab.
Eine Dispersiereinrichtung mit einer weiteren Variante
eines Verteilers ist aus EP 0 180 591 B1 bekannt. Dieser be-
steht grundsätzlich aus einem horizontalen Verteilertrohr,
von dem aus mindestens zwei Füllrohre zuerst nach oben
und dann nach einem Umlenkbereich in einen Abflußbe-
reich nach unten führen. Im Umlenkbereich sind die Füll-
rohre untereinander über ein Ausgleichsrohr verbunden.
Vorteilhafterweise sollte die Leitung zwischen der Pumpe
und dem Verteilertrohr aus elastischem Material sein, um die
relativ harten Pumpenstöße etwas ausgleichen und die Flüssig-
keit in den Füllrohren nach Beendigung eines jeden
Pumpvoranges um etwa 1–2 mm zurückzuziehen, wodurch
ein Nachtropfen sicher verhindert werden soll. Um Volumina gleicher Menge von ca. 0,5–10 µl mehrfach simultan
abgeben zu können, ist diese Dispersiereinrichtung nicht
geeignet, da schon eine geringfügig unterschiedliche Flüssig-
keitsauslaßhöhe in den Abflußbereichen der Füllrohre
nach dem Zurückziehen der Flüssigkeit zu unterschiedlichen
Abgabevolumina an den einzelnen Auslässen beim
nächsten Dosiervorgang führen kann.
Andere Verteilervarianten sind aus der Drucktechnik be-
kannt, um z. B. Druckfarbe mit einer homogenen Dike auf
eine Druckwalze aufzubringen. Eine Anordnung aus dem
Patent US 5,441,204 benutzt eine mehrfache Aufspaltung
des Flüssigkeitsstroms, um eine gleichmäßige Verteilung an
einem linienförmigen Ausgang zu erreichen. Bei diesem
Prinzip ist eine Aufteilung des Eingangsstromes erreichbar,
bei der jeder Ausgang den gleichen Volumenstrom aufweist,
unabhängig von den fluidischen Eigenschaften der verteilten
Flüssigkeit. Die Abgabe von Tropfen ist durch ein elektro-
statistisches Prinzip realisiert, indem die kontinuierlich geför-
derte Flüssigkeit elektrostatisch aufgeladen und durch ein
elektrisches Feld von der Oberfläche abgelöst wird. Einsetz-
bar ist ein derartiger Verteiler nur innerhalb von Anordnun-
gen mit definierten elektrischen Feldern, was in der Praxis
nicht immer möglich ist.
Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mehr-
kanal-Tropfengenerator zu schaffen, der geeignet ist, auch

ohne statisches Aufladen Flüssigkeiten über mehrere Aus-
lässe in gleicher Menge in einem Volumenbereich von ca.
0,5–10 µl abzugeben.
Diese Aufgabe wird im wesentlichen dadurch gelöst, daß
5 der Mehrkanal-Tropfengenerator prinzipiell so aufgebaut
und betrieben wird, daß die Abgabe einerseits kontaktfrei
und andererseits über Auslässe erfolgt, die entscheidend für
die Genauigkeit der Volumengabe nach jeder Abgabe
vollständig entleert werden.
Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführ-
beispiels unter zu Hilfenahme von Zeichnungen näher
erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen
Fig. 1 einen schematischen Aufbau eines Mehrkanal-
Tropfengenerators,
Fig. 2 zwei Ansichten des Aufbaus eines Verteilers mit
Auslässen in Schnittdarstellung,
Fig. 3 ein detailliertes elektrisches Ersatzschaltbild eines
Mehrkanal-Tropfengenerators,
Fig. 4 ein vereinfachtes elektrisches Ersatzschaltbild ei-
nes Mehrkanal-Tropfengenerators
Fig. 5 eine grafische Darstellung des Verlaufes des Volu-
menstroms, abgegeben von der Dosiereinrichtung und den
Auslässen.
Der erfindungsgemäße Mehrkanal-Tropfengenerator be-
steht aus den in Fig. 1 schematisch dargestellten Kompo-
nenten:
einer Dosiereinrichtung 1, die ein genau einstellbares Volu-
men einer Flüssigkeit fördert,
einer Verbindung 2 definierter Elastizität, die die Dosierein-
richtung mit einem Verteiler koppelt,
einem Verteiler 4, der die zugeführte Menge Flüssigkeit
gleichmäßig auf mehrere Ausgänge aufteilt,
Auslässe 4, die an den Ausgängen des Verteilers angebracht
sind und aufgrund ihrer Gestaltung kleinste Tropfen abge-
ben können.
Die Dosiereinrichtung 1 besteht aus einem Vorratsgefäß 5
und einem Dosierer 6, der die Flüssigkeit vom Vorratsgefäß
5 über die Verbindung 2 in einen Verteiler 3 an dessen Aus-
gängen Auslässe 4 angeordnet sind, die eine Abgabe der
Tropfen ermöglichen, befördert. Die Flüssigkeitsmenge
muß genau einstellbar und mit hoher Wiederholgenauigkeit
gefördert werden. Mägnelventile in Verbindung mit einem
Druckgefäß oder Taumelkolbepumpen sind vorteilhaft ein-
setzbar. Die starke Pulsation der Dosiereinrichtungen 1 er-
zeugt einen Druckimpuls, der über die Verbindung 2 zum
Verteiler 3 und auf die Auslässe 4 übertragen wird und die
dort die Abgabe kleiner Tropfen ermöglicht.
Die Verbindung ist ein vorzugsweise schlauchartiges
Bauteil definierter Elastizität um die Flankensteilheit der
Druckimpulse zu verringern.
Der Verteiler 3 ist ein planares Kanalsystem aus kaska-
dierten T-Stücken mit einem Eingang 12 und mehreren Aus-
gängen 13, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, das beispiels-
weise in Plattenmaterial eingearbeitet sein kann. Eine derar-
tige Struktur gewährleistet bei minimalen Totvolumen eine
exakt gleichmäßige Verteilung der durchströmenden Flüssig-
keit auf die Ausgänge, unabhängig von deren fluidischen
Eigenschaften. Weiterhin bewirkt der Verteiler 3 eine
gleichmäßige Aufteilung der Druckimpulse vom Eingang
auf die Ausgänge. Aufgrund des im Vergleich zu den Aus-
lässen 4 großen Querschnitts der Kanäle des Kanalsystems
hat der Verteiler 3 nur einen vernachlässigbaren Anteil an
den dynamischen Eigenschaften des Mehrkanal-Tropfenge-
nerators.
An den Ausgängen sind Auslässe 4 angeordnet, die eine
Querschnittsverengung darstellen und somit den größten
fluidischen Widerstand im Mehrkanal-Tropfengenerator bil-
den. Damit die Auslässe 4 einen gleich großen fluidischen

Widerstand bilden, müssen sie eine hohe Fertigungsgenau-
 5 igkeit aufweisen, die zum Beispiel bei Präzisionsrohren er-
 füllt sind. Fertigungstoleranzen innerhalb des Kanalsystems
 werden dadurch ausgeglichen. Darüber hinaus besitzt die
 Flüssigkeitszuleitung innerhalb der Auslassung 4 die größte Träg-
 heit im Gesamtsystem und hat daher wesentlichen Einfluß
 auf den dynamischen Verlauf. Für das Verständnis der
 Mehrkanal-Tropfengeneratoren ist insbesondere für die Ab-
 10 gabe kleinster Tropfen über die Betrachtung der statischen
 Parameter eine dynamische Betrachtung notwendig, die an-
 15 zeitspunkt $t = 1$ bewirkt die Trägheiten zunächst ein Fort-
 bestehen der Strömung, gespeist aus dem Vorrat des in der
 Verbindung 2 gespeicherten Volumens, bis dort eine Volu-
 menkontraktion verbunden mit einem Unterdruck entsteht,
 20 der die Strömung bremst. Dieser Unterdruck bleibt in der
 Verbindung 2 bestehen, wenn die Strömung zum Stillstand
 kommt. Dadurch kehrt sich die Richtung der Strömung um
 und die Flüssigkeit wird von den Auslässen 4 in den Ver-
 25 ler zurückgesaugt. Der Flüssigkeitsrest an den Auslässen
 wird somit entfernt.
 Dieses Verhalten des Volumensstromes an den Auslässen
 30 VA ist von der Abstimmung des fluidischen Schwingungskreis-
 abhängige.

Patentananspruch

Mehrkanal-Tropfengenerator mit einer Dosiereinrich-
 tung (1), einem Verteiler (3), der einen Eingang (12)
 und mehrere Ausgänge (13) aufweist, sowie einer ela-
 5 stischen Verbindung (2), über die die Dosiereinrich-
 tung (1) mit dem Eingang (12), verbunden ist, dadurch
 gekennzeichnet,
 daß der Eingang (12) mit den Ausgängen (13) über ein
 planares Kanalsystem aus kaskadierten T-Stücken
 verbunden ist, wodurch eine homogene Druckverteil-
 10 ung bewirkt wird,
 daß an den Ausgängen (13) rohrförmige Auslassung (4)
 vorhanden sind, deren Querschnitt kleiner ist als der
 Querschnitt der Kanäle im Verteiler (3) und deren
 15 Länge und Querschnitt mit der Elastizität, der Länge
 und dem Querschnitt der elastischen Verbindung (2)
 und der Beförderungsgeschwindigkeit der Dosierein-
 20 richtung (1) abgestimmt sind, so daß der Mehrkanal-
 Tropfengenerator ein dynamisches Verhalten aufweist,
 was zu einer kontaktfreien Flüssigkeitsabgabe und ei-
 25 ner anschließend vollständigem Entleerung der Aus-
 lasse (4) führt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Bei quasistatischer Betrachtung des Mehrkanal-Tropfen-
 35 generators würde sich bei langsame Zugabe von Flüssigkeit
 durch die Dosiereinrichtung 1 an den Auslässen 4 Tropfen
 bilden, die aber, wenn das Gewicht des Tropfens dessen
 40 Oberflächenspannkraft übersteigt. Danach bleibt an den
 Auslässen 4 ein sogenannter Meniskus zurück, der zu Unge-
 nauigkeiten führt. Derart erzeugte Tropfen haben bei Wasser
 ein Volumen von ca. 10-20 µl und entsprechen somit nicht
 45 der Aufgabenstellung.
 Es gehört daher zu den erfindungswesentlichen Merkma-
 len, daß die Dosiereinrichtung 1 das abzugebende Volumen
 mit einer hohen Beförderungsgeschwindigkeit über die Ver-
 50 bindung 2 und den Verteiler 3 zu den Auslässen 4 befördert.
 Dort bilden sich Flüssigkeitsstrahlen mit dem Durchmesser
 der Auslassung 4. Die Trägheit verhindert eine Tropfenbil-
 55 dung. Wird der Flüssigkeitsstrom abrupt unterbrochen, reißt
 der Strahl aufgrund der hohen kinetischen Energie ab, bevor
 ein Tropfen entsteht. Es bleibt jedoch auch hier eine unbe-
 stimmte Menge Flüssigkeit an den Auslässen 4 zurück und
 60 bildet einen Meniskus. Um das Ergebnis des folgenden Ab-
 gabezyklus nicht zu verfälschen, muß dieser Flüssigkeitsres-
 t entfernt werden. Dies könnte durch einen inversen Betrieb
 der Dosiereinrichtung 1 erfolgen, was aufgrund der hohen
 65 Geschwindigkeiten aber zu einem stark erhöhtem techni-
 schen Aufwand führen würde. Diese Aufgabe erfüllt in er-
 findungsgemäßer Weise der Mehrkanal-Tropfengenerator, die als cla-
 70 stisches Element ausgeführte Verbindung 2, die in der Lage
 ist, diese Funktion zu übernehmen. Zu Beginn eines Abga-
 bezyklus nimmt die Verbindung 2, indem sich ihr Quer-
 75 schnitt ausdehnt, einen Teil des geförderten Volumens auf
 und gibt es im weiteren Verlauf teilweise wieder ab. Wird
 der Volumenstrom unterbrochen, bewirkt die Trägheit der
 80 Flüssigkeitsstrahlen in den Auslässen 4 für ein kurzes
 Fortbestehen des Volumensstromes. Das strömende Volumen
 wird von der Elastizität der Verbindung 2 gelöst, wobei
 ein Unterdruck entsteht. Kommen die Flüssigkeitsstrahlen
 85 zum Stillstand, bewirkt dieser Unterdruck ein Zurücksaugen
 der Flüssigkeitsreste aus den Auslässen 4.
 Der chronologische Ablauf eines Dosieryklus (darge-
 90 stellt in Fig. 5, wobei V_D den von der Dosiereinrichtung 1
 erzeugten Volumenstrom und V_A den an den Auslässen be-
 95 wirkten Volumenstrom darstellt) stellt sich, unter der Vor-
 aussetzung der ausgeglichenen Druckverhältnisse vorher,
 wie folgt dar:
 Zum Zeitpunkt $t = 0$ beginnt die Dosiereinrichtung 1 einen
 100 Volumenstrom zu fördern.
 Dieser kann aufgrund der Trägheiten in den Auslässen 4

- Leerseite -

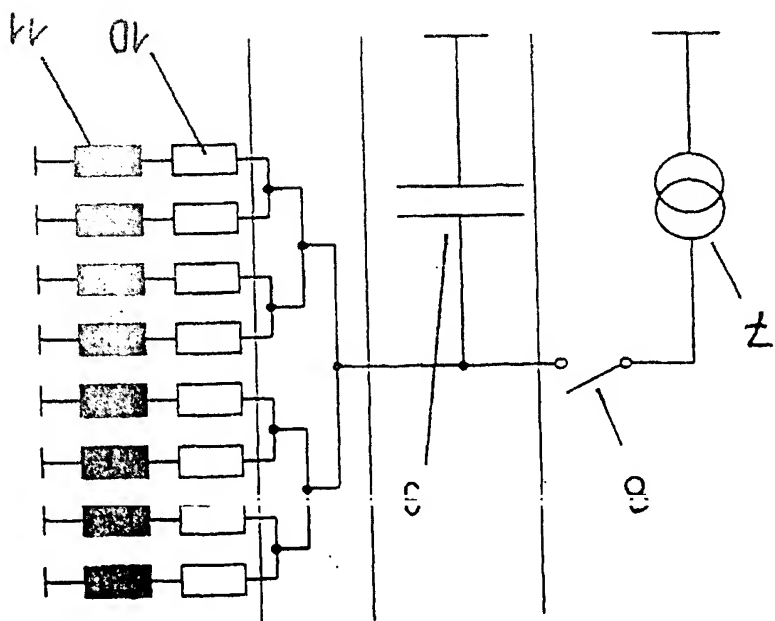


Fig. 3

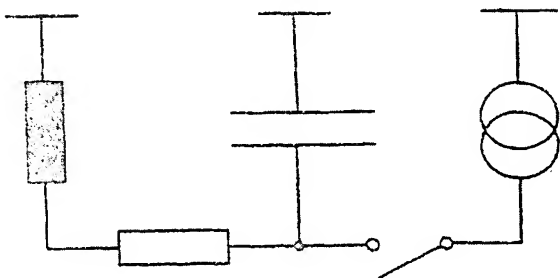


Fig. 4

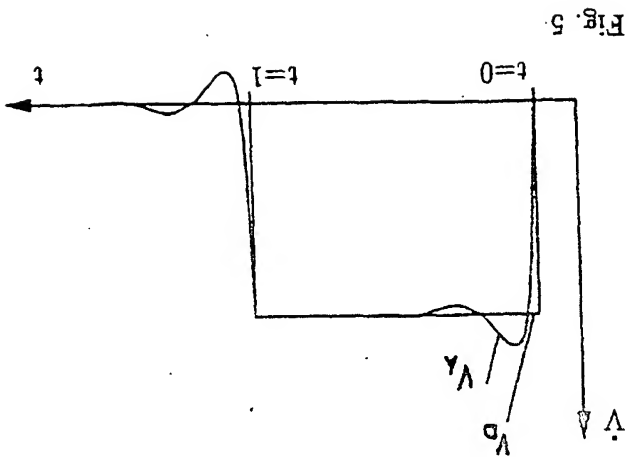


Fig. 5

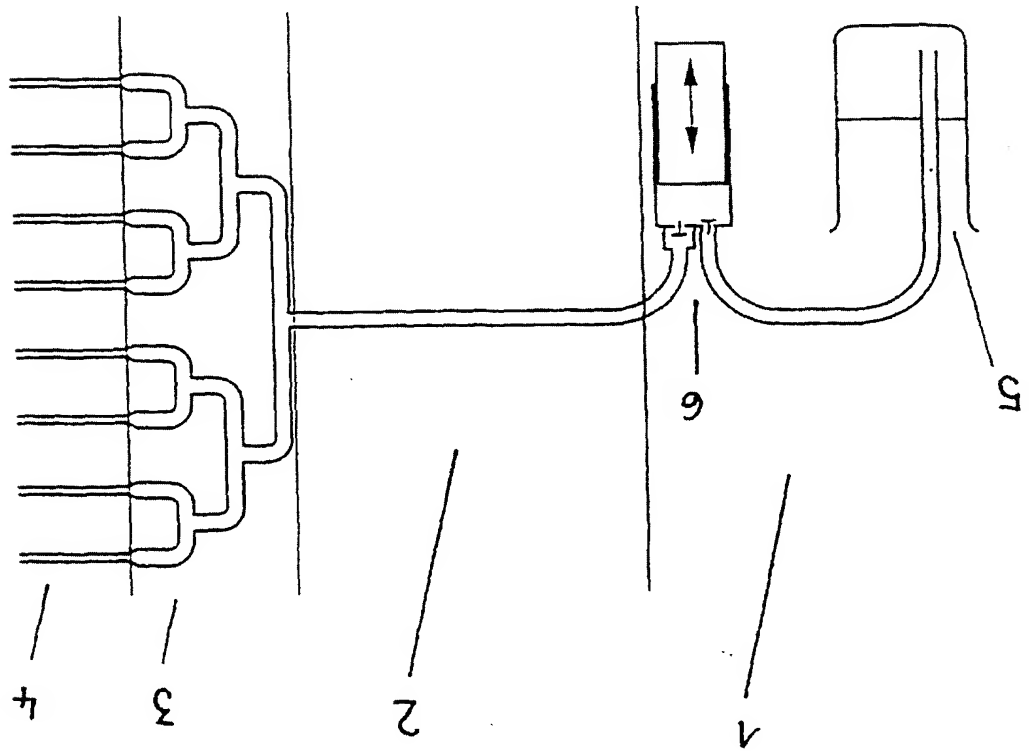


Fig. 1

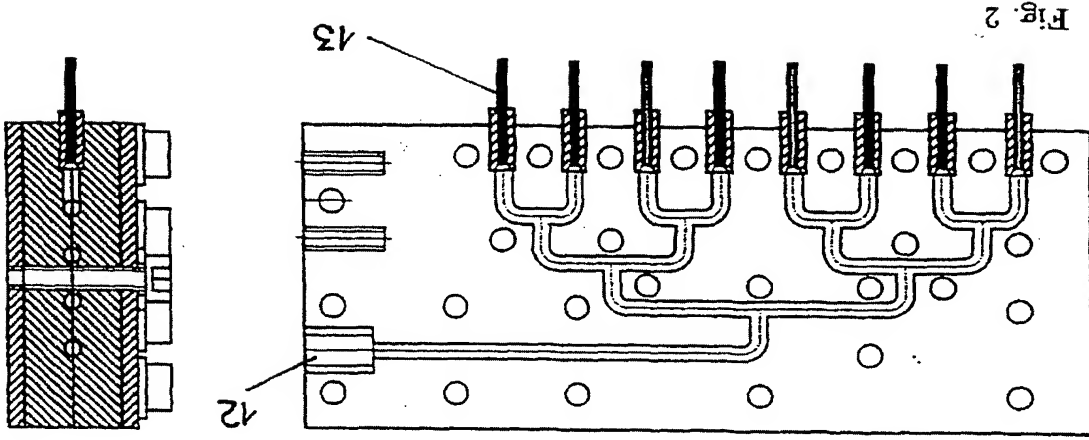


Fig. 2